

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-334444

(43)Date of publication of application : 18.12.1998

(51)Int.Cl.

G11B 5/66  
H01F 10/12

(21)Application number : 09-141763 (71)Applicant : HITACHI LTD

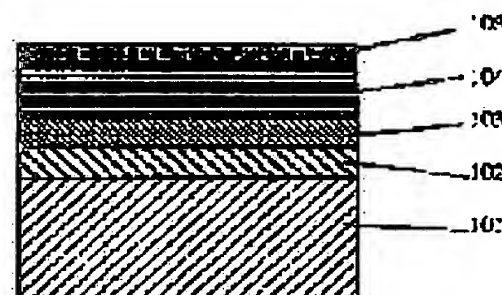
(22)Date of filing : 30.05.1997 (72)Inventor : FUTAMOTO MASAOKI  
INABA NOBUYUKI  
YAMANAKA ICHISUKE  
ITOU KIYONARI  
HONDA YUKIO

## (54) MAGNETIC RECORDING MEDIUM

### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a magnetic recording medium suitable for high-density magnetic recording.

SOLUTION: At least two layers of underlying films 102, 103 are formed on a nonmagnetic substrate 101, then a magnetic film 104 having a hcp structure is formed thereon. The magnetic film consists of a polycrystalline film of an alloy essentially comprising Co and containing at least one kind of nonmagnetic element. The polycrystalline film has  $\geq 5$  nm and  $\leq 15$  nm average grain size and inhomogeneously precipitated layers having 25 at.% nonmagnetic element formed on the grain boundary. The first underlying film 103 adjacent to the magnetic film 104 with a hcp structure is a nonmagnetic or a weak magnetic film having  $\leq 100$  emu/cc magnetization. The second underlying film 102 has a bcc structure or NaCl structure and has  $\langle 100 \rangle$  or  $\langle 211 \rangle$  dominant orientation direction.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 30.05.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application]

Partial Translation to  
Japanese Patent Application Publication 10-33444

Page 4, Column 6

[0020][First Embodiment]

A magnetic recording medium having the structure shown in Fig. 1 was made by employing a direct current magnetron sputtering method. A surface-tempered glass substrate of 2.5inch diameter was used to form the magnetic recording medium. A second substratum 102, a first substratum 103, a magnetic film 104 and an overcoat film 105 were formed on a substrate 101 in this order. A Cr target was utilized to form the second substratum 102. A Co-36at%Cr target was utilized to form the first substratum 103. A Co-19at%Cr-12at%Pt target was utilized to form the magnetic film 104. Ar gas pressure was set at 3mTorr. The sputtering power was set at 10W/cm<sup>2</sup>. The temperature of the substrate was set at 320°c. A Cr film having 20nm thickness, a Co-Cr film having 10nm thickness and a Co-Cr-Pt film having 17nm thickness were formed. A carbon film having 7nm thickness was formed as the overcoat film 105.

Page 5, column 7

[0029][Second Embodiment]

A magnetic recording medium having the structure shown in Fig. 2 was made by employing a sputtering method. A surface-tempered glass substrate of 2.5inch diameter was used to form the magnetic recording medium. A two-layered structure second substratum 202, 203, a first substratum 204, a magnetic film 205 and an overcoat film 206 were formed on a substrate 201 in this order. A MgO target and a Cr target were utilized to form the second substratum 202, 203. A Co-55at%Ru target was utilized to form the first substratum 204. A Co-17at%Cr-10at%Pt-3at%Ta target was

utilized to form the magnetic film 205. Ar gas pressure was set at 4mTorr. The sputtering power was set at 10W/cm<sup>2</sup>. The temperature of the substrate was set at 300°c. A MgO film having 10nm thickness, a Cr film having 10nm thickness, a Co-Ru film having 10nm thickness and a Co-Cr-Pt-Ta film having 15nm thickness were formed. A carbon film having 7nm thickness was formed as the overcoat film 206.

Page 6, column 9

[0034][Third Embodiment]

A magnetic recording medium having the structure shown in Fig. 3 was made by employing a sputtering method. A Si disk substrate of 2.5inch diameter was used to form the magnetic recording medium. A two-layered structure second substratum 302, 303, a two-layered structure first substratum 304, 305, a magnetic film 306 and an overcoat film 307 were formed on a substrate 301 in this order. A MgO target and a Cr target were utilized to form the second substratum 202, 203. A Co-40at%Ru target and a Co-45at%Cr target were utilized to form the first substratum 304, 305. A Co-10at%Cr-13at%Pt-2at%Ta-2at%Si target was utilized to form the magnetic film 306. Ar gas pressure was set at 4mTorr. The sputtering power was set at 10W/cm<sup>2</sup>. The temperature of the substrate was set at 100°c. A MgO Film having 10nm thickness, a Cr film having 5nm thickness, a Co-Ru film having 10nm thickness, a Co-Cr film having 10nm thickness and a Co-Cr-Pt-Ta-Si film having 10nm thickness were formed. A carbon film having 5nm thickness was formed as the overcoat film 307.

Page 6, column 10

[0038][Fourth Embodiment]

A magnetic recording medium having the structure shown in Fig. 4 was made by employing a sputtering method.

A glass disk substrate of 1.8inch diameter was used to form the magnetic recording medium. A two-layered structure second substratum 402, 403, a first substratum 404, a magnetic film 405 and an overcoat film 406 were formed on a substrate 401 in this order. A MgO-LiF mixture target and a Cr-15at%Ti target were utilized to form the second substratum 402, 403. A Co-45at%Cr-3at%Ta target was utilized to form the first substratum 404. A Co-18at%Cr-13at%Pt-3at%Ta-1at%B target was utilized to form the magnetic film 405. Ar gas pressure was set at 4mTorr. The sputtering power was set at 10W/cm<sup>2</sup>. The temperature of the substrate was set at a room temperature. A MgO-LiF film having 10nm thickness, a Cr-Ti film having 5nm thickness, a Co-Cr-Ta film having 10nm thickness and a Co-Cr-Pt-Ta-B film having 12nm thickness were formed. A carbon film having 5nm thickness was formed as the overcoat film 406.

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-334444

(43)公開日 平成10年(1998)12月18日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

G 1 1 B 5/66

G 1 1 B 5/66

H 0 1 F 10/12

H 0 1 F 10/12

審査請求 有 請求項の数7 O L (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平9-141763

(22)出願日 平成9年(1997)5月30日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 二本 正昭

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 稲葉 信幸

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 山中 一助

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74)代理人 弁理士 平木 祐輔

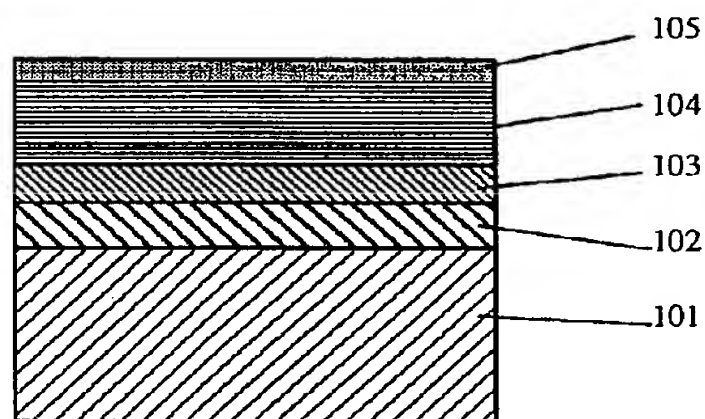
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 磁気記録媒体

(57)【要約】

【課題】 高密度磁気記録に適する磁気記録媒体を提供する。

【解決手段】 非磁性基板101上に少なくとも2層の下地膜102、103を介してh c p構造の磁性膜104を形成する。磁性膜はC oを主成分とし、少なくとも1種類の非磁性元素を含む合金からなる多結晶膜であり、多結晶の平均粒径が5 n m以上15 n m以下で、結晶粒界に少なくとも25 a t %の非磁性元素の偏析層を含む。磁性膜104に接する第1の下地膜103はh c p結晶構造を持つ非磁性もしくは磁化の大きさが100 e m u / c c以下の弱磁性膜であり、第2の下地膜102はb c c構造、N a C l型結晶構造のいずれかであり、第2下地膜の優先配向方位は<100>又は<211>である。



105…保護膜

104…磁性膜

103…第1下地膜(h.c.p.)

102…第2下地膜(b.c.c.もしくはNaCl構造)

101…基板

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 非磁性基板と、前記非磁性基板上に設けられた少なくとも2層の下地膜と、前記少なくとも2層の下地膜上に設けられた六方最密充填構造を持つ磁性膜と、前記磁性膜上に設けられた保護膜とを有する磁気記録媒体において、

前記磁性膜はCoを主成分とし、少なくとも1種類の非磁性元素を含む合金からなる多結晶膜であり、多結晶の平均粒径が5nm以上15nm以下でかつ結晶粒界に少なくとも25at%の非磁性元素の偏析層を含んでおり、前記少なくとも2層の下地膜のうち磁性膜に接する第1の下地膜は結晶構造が六方最密充填構造を持つ非磁性もしくは飽和磁化の大きさが100emu/cc以下の弱磁性膜であり、前記第1の下地膜と前記非磁性基板の間に形成される第2の磁性膜の構造は体心立方構造又はNaCl型結晶構造であり、前記第2下地膜の優先配向方位が<100>もしくは<211>であることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項2】 請求項1記載の磁気記録媒体において、前記磁性膜を構成する結晶粒の磁気異方性エネルギー定数Kuの範囲が、 $2.5 \times 10^6 \text{ erg/cc} < Ku < 5 \times 10^6 \text{ erg/cc}$ であり、かつ磁性膜厚tの範囲が、 $5 \text{ nm} < t < 20 \text{ nm}$ であることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項3】 請求項1又は2記載の磁気記録媒体において、前記第1下地膜が、少なくとも2種類の異なる六方最密充填構造を持つ材料の積層膜からなり、しかも前記磁性膜と接する側の六方最密充填構造を持つ材料の結晶格子のc軸の長さとの前記磁性膜の結晶格子のc軸の長さの差が10%以下であることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項4】 請求項1～3のいずれか1項に記載の磁気記録媒体において、前記第2の下地膜が、少なくとも2種類の異なる体心立方構造を持つ材料の積層膜から構成されていることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項5】 請求項1～3のいずれか1項に記載の磁気記録媒体において、前記第2の下地膜が体心立方構造を持つ材料とNaCl構造を持つ材料の積層膜から構成されていることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項6】 請求項1～3のいずれか1項に記載の磁気記録媒体において、前記第2の下地膜が体心立方構造を持つ材料と、FeAl、NiAlもしくはこれらの混晶からなる規則相との積層膜から構成されていることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項7】 請求項1～6のいずれか1項に記載の磁気記録媒体において、多結晶からなる前記磁性膜の結晶粒界に非磁性元素が少なくとも28%含まれた偏析層が平均して1～3nmの厚さで存在することを特徴とする磁気記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、高密度磁気記録に適する磁性膜を有する磁気記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】高密度磁気記録を実現するために、連続磁性膜を磁気記録媒体に用いる研究開発が進められている。磁気記録媒体は、NiP膜を被覆したアルミニウム合金材料やガラスなどの非磁性材料からなる基板上に、高周波スパッタ法などの方法で強磁性金属のCo合金からなる薄膜を形成したものである。このような磁気記録媒体においては、磁気記録の記録密度をあげるための磁性膜の改良が種々試みられている。

【0003】面内磁気記録用の磁気記録媒体の微細構造を高密度磁気記録に適するように改良するために、基板と磁性膜の間に下地層を設ける方法が検討されている。例えば、特開昭62-257617号公報にはCo-Pt系磁性膜の下地層としてW、Mo、Nb、Vのいずれかの膜を形成する方法が、特開昭62-257618号公報には下地層としてV-Cr、Fe-Cr合金材料を用いる方法が、特開昭63-106917号公報にはCr、Ho、Ti、Ta等の下地層材料が、特開昭63-187414号公報にはCo-Pt-Cr磁性膜の下地層としてCr又はCr-V合金材料を用いる方法が開示されている。さらに、特開平4-321919号公報には、Co合金系磁性膜の下地として、六方稠密構造(hcp: hexagonal closed packed)を持つ非磁性材料と体心立方構造(bcc: body centered cubic)を持つ2種類の材料を積層して下地として用いる方法が示されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】高密度磁気記録が可能な面内磁気記録媒体としては、(1)磁性膜の保磁力(Hc)が大きいこと、(2)磁性膜の飽和磁化(Ms)に対する残留磁化の比率(Mr/Ms)がある程度大きいこと、(3)磁気異方性の分散が小さいこと、(4)磁性膜を構成する結晶粒子が磁氣的に互いに分離されていること、などが必要である。さらに、特に数Gb/in<sup>2</sup>以上の記録密度を実現するための記録媒体としては、(5)記録磁化の熱的な揺らぎに対して安定であることが必要となる。

【0005】今まで報告されている公知例では、上記の(1)～(3)の条件をある程度満足するが、加えて(4)(5)の条件を同時に満足する磁気記録媒体は開示されていない。本発明は、上記すべての条件を満足する、数Gb/in<sup>2</sup>以上の記録密度を実現するための記録媒体を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明者らの実験の結果、以下の方法を用いることで上記目的を達成できることが明らかになった。まず、非磁性基板上に磁性膜を形

成する際に、両者の間に少なくとも2層の下地膜を導入する。磁性膜に接する第1の下地膜は、磁性膜と同じhcp構造の膜とし、磁性膜との格子整合性を持たせる。基板と接する第2の下地膜は、bcc構造もしくはNa\*

第2下地の上に形成した第1下地はエピタキシャル成長により、hcp構造の

(11 $\bar{2}$ 0)もしくは(1100)面が基板と平行になるように配向成長する。

この上に形成する磁性膜はエピタキシャル成長により、hcp構造の(11 $\bar{2}$ 0)

もしくは(1100)面が基板と平行になる。

【0008】hcp構造を持つCo合金磁性膜の磁化容易軸は<0001>であり、この場合、磁化容易軸は基板と平行になり、面内磁気記録に適した構成をとる。数Gb/in<sup>2</sup>以上の記録密度を達成するための記録媒体としては、上記の積層膜間の結晶方位関係に加えて、以下の条件を全て備えなければならないことが、実験の結果明らかとなった。

【0009】まず第1に、多結晶からなる磁性膜の平均の結晶粒径が5nm以上15nm以下、望ましくは7nm以上12nm以下であること。結晶粒径が15nmを超える場合、他の条件を満足していても磁気記録を行なった時の再生の媒体ノイズが大きくなり、数Gb/in<sup>2</sup>以上の記録密度を実現するためのS/Nが得難くなり、信号判定を誤る割合が増大する。また逆に平均結晶粒径を5nm以下にすると、中には磁性/常磁性変態点を越えて磁化を失ってしまう微細な結晶粒の割合が増大するため、再生出力の低下や記録磁化の不安定化を招き、磁気記録媒体として適当でなくなる。磁性膜の結晶粒径の制御は、第1及び第2下地をスパッター法等で形成する際のプロセス条件やそれぞれの膜厚を選ぶことにより、行なうことができる。

【0010】第2の条件として、磁性膜を構成する結晶粒間の磁気的な分離が十分であることが必要である。このためには、磁性結晶粒子の間に少なくとも25at%望ましくは28at%以上の非磁性元素を含む層の存在が必要である。結晶粒子間の磁気的な分離を図るためには、非磁性元素が少なくとも25%以上、望ましくは28%以上含まれた偏析層の実質的な厚さ(平均厚さ)は1~3nmの範囲にあることが望ましい。偏析層の厚さが1nm未満だと磁気的な分離が不十分になり、3nmを超えると磁性膜全体に占める非磁性部分の体積が大きくなり磁化が減少するとともに、磁性を持つ結晶粒子の正味の体積も減少し、記録再生時の出力が低下したり、磁化が不安定になりやすくなるので望ましくない。

【0011】また、Coに添加される非磁性元素の比率が25at%未満の場合は、その材料は磁性を帯びるため磁性結晶粒子の間の磁気的な分離が不十分になり、この結果、記録再生時の媒体ノイズの増大を招くため十分なS/Nが得難くなる。この場合、磁気記録装置を動作させるのに必要な信号判定の精度が得られなくなる。磁性結晶粒子の間にこのような層を形成するためには、磁

\*C1構造を持ち、非磁性基板上に形成したときに<100>もしくは<211>配向しやすい性質を持たせる。  
【0007】

10 性膜の構成元素としてCoに溶解しがたい非磁性元素を加えておき、かつ膜を形成する際に基板温度を高め設定する等によって熱エネルギーを与え、結晶粒界に偏析させる方法、あるいは製膜後に熱処理を施して磁性膜もしくは下地からの非磁性元素の磁性結晶粒界への拡散を促進する方法を用いることができる。

【0012】第3の条件として、磁性膜を構成する結晶粒の磁気異方性エネルギー一定数Kuが、 $2.5 \times 10^6 \text{ erg/cc}$ 以上であることが必要である。上記の条件を満たしていても、Kuがこの値以下の場合、磁気記録媒体に高密度記録を行なった場合に記録磁化が時間とともに減少する。実用的に必要な期間、ある程度の記録磁化の安定性が得られるためのKuの値として、 $2.5 \times 10^6 \text{ erg/cc}$ 以上が必要である。また逆に、Kuが大きすぎると磁性結晶粒間の静磁気相互作用が大きくなりすぎるため、記録再生時の媒体ノイズの増大を招くことになり望ましくない。Kuの値は $5 \times 10^6 \text{ erg/cc}$ 程度以下であることが実的には望ましい。

【0013】数Gb/in<sup>2</sup>以上の記録密度を達成するための記録媒体としては、上記の条件とともに、磁性膜の厚さも5~20nmの範囲であることが必要である。磁性膜の膜厚が20nmを超えると、記録ビット長さに対して膜厚が大きくなりすぎるため面内磁化が不安定になるとともにビット間の磁化遷移領域が重なったり、非線形なビット境界移動などの望ましくない効果が生じ、実質的に線記録密度を向上することが困難になる。また、磁性膜の膜厚が5nm未満になると、熱的な揺らぎにより記録磁化が不安定になり、記録情報が減少したり失われやすく、磁気記録媒体としての機能を果たさなくなる。

40 【0014】高密度磁気記録媒体としては、磁性膜を構成する結晶粒の磁化容易軸が基板と平行である必要がある。このためには先に述べたように2層の下地膜を形成し、その上に磁性膜を形成すれば良い。このとき、2層の下地膜は非磁性である方が望ましいが、弱い磁性を保有していても構わない。ただ、これら下地膜が保有する磁化の大きさとしては、媒体の記録再生において実質的に悪影響を与えない100emu/cc以下であることが必要である。

【0015】第1の下地膜上にはエピタキシャル成長により磁性膜が成長するが、このとき両者の間の格子定数



の差は小さい方が望ましい。それぞれのc軸の長さの差が10%を超えると、格子歪の影響で磁性膜の $K_u$ の値が低下したり、はなはだしい場合はエピタキシャル成長が生じなくなる。このため両者のc軸の長さの差は10%以下であることが望ましい。

【0016】磁性膜材料としては、Coをベースにした合金一般、例えばCo-Ni、Co-Re、Co-Pt、Co-Pd、Co-Cr、Co-Ta等の2元合金、あるいはCo-Cr-Ta、Co-Cr-Pt、Co-Ni-Pt等の3元合金、あるいはこれらの合金に2種類以上の元素を添加した多元合金を用いることができ、各合金に着目した場合、Coの比率が最も大きく、かつ、Coと同じhcp構造をとる合金が用いられる。さらにこの条件に加えて、前述のように、磁性膜を構成する結晶粒の磁気異方性エネルギー一定数 $K_u$ が、 $2.5 \times 10^6 \text{ erg/cc}$ 以上であることが必要である。

【0017】第1の下地層は、六方最密充填(hcp)構造を持つ材料の層であれば異種材料層の積層膜でもよい。hcp構造を持つ材料としては、Co、Ti、Ru、Sc、Re、及びこれらの材料に合金元素を添加した材料を用いることができる。また、第1下地層の膜厚は2~100nmとするのが望ましい。第2の下地層には、体心立方(bcc)構造を持つ材料又はNaCl構造を持つ材料が用いられるが、両者の材料の積層膜でもよい。bcc構造材料としては、Cr、V、Nb、Mo、W、Taなどの材料及びこれらの材料に合金元素を添加した材料を用いることができ、またNaCl構造を持つ材料としては、MgO、LiF、TiC、ZrC、HfC、TiN、ZrN、HfN及びこれらの材料に他の材料を添加した混晶材料を用いることができる。また、NaCl構造と同様な構造をとる規則合金であるFeAl、NiAl及びこれらの材料をベースにした混晶規則合金を用いても同様な効果が生ずる。第2下地層の膜厚は2~500nmとするのが望ましい。

【0018】第1下地層は、磁性膜を構成する結晶粒の磁化容易軸の向きを基板と平行に揃える役割、結晶粒の大きさを揃える役割、及び少ない結晶歪で非磁性もしくは弱磁性の第1下地と磁性膜との急峻な界面を形成する役割を果たすものであり、これらは両者の間にエピタキシャル成長の関係が成立することによって可能となる。

【0019】第2下地層は、第1下地層の結晶粒径、結晶配向を規定する役割を果たす。第2下地層として用いる材料は、基板の上に形成した場合、(100)もしくは(211)結晶面が基板と平行になるような薄膜成長が起こりやすい性質を持つことが必要である。これは材料の選択、製膜プロセスの選択等で可能となる。同時に、この層はエピタキシャル成長によってその上に形成される第1下地層の結晶粒径の決定にも影響を及ぼすため、第2下地層を形成する結晶粒の寸法制御も必要となる。結晶粒子径の制御は、材料及び膜形成プロセスの選

択等によって行うことができる。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

【実施例1】直径2.5インチの表面強化ガラス基板を用いて、直流マグネトロンスパッタ法によって、図1に示す断面構造を持つ磁気記録媒体を作製した。基板101上に第2下地層102、第1下地層103、磁性膜104、保護膜105をこの順序で形成した。第2下地層にCrターゲット、第1下地層にCo-36at%Crターゲット、磁性膜用にCo-19at%Cr-12at%Ptターゲットを用いた。スパッタのArガス圧力を3mTorr、スパッターパワーを10W/cm<sup>2</sup>、基板温度を320℃とした条件で、Cr膜を20nm、Co-Cr膜を10nm、Co-Cr-Pt膜を17nmの厚さそれぞれ形成した。さらに、保護膜としてカーボン膜を7nm形成した。

【0021】この試料を分析した結果、磁性膜の平均結晶粒径は13nm、結晶粒界には非磁性のCrを29at%以上含んだ平均厚さ1.5nmの層が存在することが分かった。ここで、第1の下地材料Co-Crの飽和磁化は25emu/ccであり、この材料と磁性膜のCo-Cr-Pt膜のc軸の長さの差は4%であった。

【0022】比較例1として、第2下地層102の厚さを100nmとした他は上記と同様な磁気記録媒体を作製した。比較例1の磁気記録媒体を分析した結果、磁性膜の平均結晶粒が23nmと大きくなっていた以外、Crの結晶粒界への偏析量と平均厚さ、磁気異方性エネルギー一定数 $K_u$ の値は本実施例の磁気記録媒体と同様であった。

【0023】比較例2として、製膜時の基板温度を120℃とした以外は本実施例の磁気記録媒体と同様な条件で作製した試料を準備した。比較例2の磁気記録媒体を分析した結果、磁性膜のCrの結晶粒界への偏析量と平均厚さが、それぞれ23at%、0.7nmである以外は、本実施例の磁気記録媒体との差は認められなかった。

【0024】比較例3として、磁性膜用のターゲットをCo-16at%Cr-5at%Tiとした以外は本実施例の磁気記録媒体と同様な条件で磁気記録媒体を作製した。比較例3の磁気記録媒体は、磁性膜の磁気異方性エネルギー一定数 $K_u$ が $2.0 \times 10^6 \text{ erg/cc}$ である以外は、結晶粒径、Crの結晶粒界への析出状態とも本実施例の磁気記録媒体と比較して顕著な差は認められなかった。

【0025】比較例4として、第1下地層用のターゲットとしてTiを用いた以外は本実施例の磁気記録媒体形成と同様な条件で磁気記録媒体を作製した。この場合、



Tiと磁性膜のCo-Cr-Ptとは、c軸の長さの差が11%以上になる。この媒体の磁気異方性エネルギー定数Kuは $2.6 \times 10^6 \text{ erg/cc}$ であった。比較例5として、磁性膜の膜厚を4.5nmとした以外は本実施例と同様な条件で磁気記録媒体を作製した。

【0026】比較例6として、磁性膜の膜厚を25nmとした以外は本実施例と同様な条件で磁気記録媒体を作製した。比較例7として、基板温度を380℃とした以外は本実施例と同様な条件で磁気記録媒体を作製した。比較例7の磁性膜を分析した結果、25at%を超えるCrの結晶粒界への偏析厚さは平均4nmに及んでいることが判明した。

【0027】これらの磁気記録媒体を記録用に薄膜型リングヘッド、再生用に磁気抵抗効果型(MR)ヘッドを\*

\*用いて、面記録密度6Gb/in<sup>2</sup>の条件で、再生信号の判定誤り率(Error Rate: E.R.)と記録磁化の時間変化率を測定した。ここで、再生波形の信号処理方式は8/9変換とPRML方式を採用した。6Gb/in<sup>2</sup>の線記録密度とトラック密度の組み合わせは300kBPI $\times$ 20kTPIであり、最高線記録密度は337.5kFCIである。E.R.は再生の磁気ヘッドが記録トラック直上を通った場合の値として求めた。記録磁化の時間変化率は337.5kFCIの信号を記録した直後に再生したときの出力に比べ、30時間後に再生したときの再生出力の減少率を測定することによって行った。測定結果を表1に示す。

【0028】

【表1】

	本発明	比較例						
		1	2	3	4	5	6	7
誤り率 (E.R.)	$3 \times 10^{-9}$	$6 \times 10^{-9}$	$3 \times 10^{-4}$	$3 \times 10^{-9}$	$8 \times 10^{-9}$	$1 \times 10^{-9}$	$3 \times 10^{-9}$	$4 \times 10^{-7}$
再生出力減少	0.6%	0.4%	0.5%	5.2%	1.2%	1.6%	2.3%	5.9%

表1から明らかなように、本発明の磁気記録媒体は6Gb/in<sup>2</sup>の面記録密度で磁気ディスク装置が実用的に満たすべき条件、誤り率が $1 \times 10^{-9}$ 以下でかつ再生出力の減少率が1%以下の条件を満たしている。これに対し、比較例はいずれも両者の条件を同時に満たすに至っていないことが分かった。

【0029】〔実施例2〕直径2.5インチの表面強化ガラス基板を用いて、スパッタ法によって、図2に示す断面構造を持つ磁気記録媒体を作製した。基板201上に2層構造からなる第2下地層202、203、第1下地層204、磁性膜205、保護膜206をこの順序で形成した。第2下地層にMgOターゲットとCrターゲット、第1下地層にCo-55at%Ruターゲット、磁性膜用にCo-17at%Cr-10at%Pt-3at%Taターゲットを用いた。スパッタのArガス圧力を4mTorr、スパッターパワーを10W/cm<sup>2</sup>、基板温度を300℃とした条件で、MgO膜を10nm、Cr膜を10nm、Co-Ru膜を10nm、Co-Cr-Pt-Ta膜を15nmの厚さそれぞれ形成した。さらに、保護膜としてカーボン膜を7nm形成した。

【0030】ここで第1下地材料のCo-Ruの飽和磁化は0emu/ccで非磁性であり、この材料と磁性膜のCo-Cr-Pt-Ta膜のc軸の長さの差は1.8%であった。作製した試料を分析した結果、磁性膜の平均結晶粒径は10nm、結晶粒界には非磁性のCrを28at%以上含んだ平均厚さ1.2nmの層が存在すること、結晶粒の磁気異方性エネルギー定数Ku= $3.0 \times 10^6 \text{ erg/cc}$ であることが分かった。MgO層

の優先成長方位は<100>、Cr層の優先成長方位は<100>であり、磁性膜を構成する磁性結晶粒子の磁化容易軸であるc軸は基板と平行になっていた。

【0031】同様な条件で、2層構造からなる第2下地のMgOの代わりにLiF, FeAl, NiAl, TiC, ZrC, HfC, TiN, ZrN, HfNをそれぞれ用いて磁気記録媒体を作製した。また、2層構造からなる第2下地のCrの代わりに、V, Nb, Mo, W, Cr-Ti, Cr-V, Cr-Nb, Cr-Mo, Cr-W, Cr-Zr, Cr-Hf, V-Nb, V-Mo, V-W, Nb-Mo, Nb-W, Mo-Wを用いた磁気記録媒体を作製した。

【0032】これらの試料を分析した結果、いずれの試料も磁性膜205の平均結晶粒径は5nm以上15nm以下、結晶粒界に少なくとも25at%の非磁性元素を含んだ平均厚さ1nm以上3nm以下の層が存在し、Kuの値は $2.5 \sim 4 \times 10^6 \text{ erg/cc}$ であることが確認された。比較例として、磁性膜用ターゲットとしてCo-50at%Ptを用いた以外はいずれも上記と同様の条件で磁気記録媒体を作製した。この媒体を分析した結果、磁性膜の平均結晶粒径は上記と同様であったが、結晶粒界に非磁性元素が析出した層はほとんど認められず、かつ、Ku= $5.2 \times 10^6 \text{ erg/cc}$ の値が得られた。

【0033】以上の磁気記録媒体を実施例1と同様の条件で評価した。その結果、比較例では337.5kFCIの記録信号の出力減少率は1%未満と小さかったものの誤り率は $5 \times 10^{-7}$ と大きく、6Gb/in<sup>2</sup>の記録密度の条件を満たさないことが分かった。これに対し、

本発明に従って作製した磁気記録媒体は、誤り率が $1.5 \times 10^{-9} \sim 9.6 \times 10^{-9}$ 、再生出力の減少率が0.2~0.8%であり、いずれも $6 \text{ Gb/in}^2$ の面記録密度で磁気ディスク装置が実用的に満たすべき条件、誤り率 $1 \times 10^{-9}$ 以下でかつ再生出力の減少率が2%以下の条件を満たしていることが分かった。

【0034】〔実施例3〕直径2.5インチのSiディスク基板を用いて、スパッタ法によって、図3に示す断面構造を持つ磁気記録媒体を作製した。基板301上に2層構造からなる第2下地層302、303、2層構造からなる第1下地層304、305、磁性膜306、保護膜307をこの順序で形成した。第2下地用にMgOターゲットとCrターゲット、第1下地用にCo-40at%RuターゲットとCo-45at%Crターゲット、磁性膜用にCo-10at%Cr-13at%Pt-2at%Ta-2at%Siターゲットを用いた。スパッタのArガス圧力を4mTorr、スパッターパワーを10W/cm<sup>2</sup>、基板温度を100℃とした条件でMgO膜を10nm、Cr膜を5nm、Co-Ru膜を10nm、Co-Cr膜を10nm、Co-Cr-Pt-Ta-Si膜を10nmの厚さそれぞれ形成した。さらに、保護膜としてカーボン膜を5nm形成した。

【0035】ここで第1下地材料のCo-Ru及びCo-Crの飽和磁化は各々16emu/cc及び8emu/ccであり、Co-Cr膜と磁性膜のCo-Cr-Pt-Ta-Si膜のc軸の長さの差は1.5%であった。この試料を真空中で400℃、10分の熱処理を行った。この熱処理は、第1下地のCo-CrからCrが磁性膜の結晶粒界へ拡散し、Crに豊かな非磁性の層を形成するのを促進するためである。

【0036】作製した試料を分析した結果、磁性膜306の平均結晶粒径は9nm、結晶粒界には非磁性のCrを30at%以上含んだ平均厚さ1nmの層が存在すること、結晶粒の磁気異方性エネルギー定数Kuが $3.1 \times 10^6 \text{ erg/cc}$ であることが分かった。MgO層の優先成長方位は<100>、Cr層の優先成長方位は<100>であり、磁性膜を構成する磁性結晶粒子の磁化容易軸であるc軸は基板と平行になっていた。

【0037】この磁気記録媒体を記録用に薄膜型リングヘッド、再生用に巨大磁気抵抗効果型(GMR)ヘッドを用いて、面記録密度10Gb/in<sup>2</sup>の条件で再生信号の判定誤り率(E.R.)と記録磁化の時間変化率を測定した。ここで、再生波形の信号処理方式には1/7変換とEPRML方式を採用した。10Gb/in<sup>2</sup>の線記録密度とトラック密度の組み合わせは400kBP I × 25kTPIであり、最高線記録密度は300kFC Iである。E.R.は再生の磁気ヘッドが記録トラック直上を通った場合の値として求めた。記録磁化の時間変化率は300kFC Iの信号を記録した直後に再生したときの出力に比べ、30時間後に再生したときの再生出力

の減少率を測定することによって行った。この磁気記録媒体の場合、E.R.= $1 \times 10^{-9}$ 、再生信号の減少率=1%であり、10Gb/in<sup>2</sup>の面記録密度を実現するための磁気記録媒体として必要な条件を満たしていることが分かった。

【0038】〔実施例4〕直径1.8インチのガラスディスク基板を用いて、スパッタ法によって、図4に示す断面構造を持つ磁気記録媒体を作製した。基板401上に2層構造からなる第2下地層402、403、第1下地層404、磁性膜405、保護膜406をこの順序で形成した。第2下地用にMgO-LiF混合ターゲットとCr-15at%Tiターゲット、第1下地用にCo-45at%Cr-3at%Taターゲット、磁性膜用にCo-18at%Cr-13at%Pt-3at%Ta-1at%Bターゲットを用いた。スパッタのArガス圧力4mTorr、スパッターパワー10W/cm<sup>2</sup>、基板温度室温の条件でMgO-LiF膜を10nm、Cr-Ti膜を5nm、Co-Cr-Ta膜を10nm、Co-Cr-Pt-Ta-B膜を12nmの厚さそれぞれ形成した。さらに、保護膜としてカーボン膜を5nm形成した。

【0039】ここで第1下地材料のCo-Cr-Taの飽和磁化は12emu/ccであり、Co-Cr-Ta膜と磁性膜のCo-Cr-Pt-Ta-Si膜のc軸の長さの差は8%以下であった。この試料を真空中で350℃、5分の熱処理を行った。この熱処理は、第1下地のCo-Cr-TaからCrが磁性膜の結晶粒界へ拡散し、Crに豊かな非磁性の層を形成するのを促進するためである。

【0040】作製した試料を分析した結果、磁性膜405の平均結晶粒径は11nm、結晶粒界には非磁性のCrを30at%以上含んだ平均厚さ1.5nmの層が存在すること、結晶粒の磁気異方性エネルギー定数Kuは $3.3 \times 10^6 \text{ erg/cc}$ であることが分かった。MgO-LiF層の優先成長方位は<211>、Cr層の優先成長方位は<211>であり、磁性膜の優先成長方位は<1100>でありこれを構成する磁性結晶粒子の磁化容易軸であるc軸は基板と平行になっていた。

【0041】この磁気記録媒体を記録用に薄膜型リングヘッド、再生用に巨大磁気抵抗効果型(GMR)ヘッドを用いて、面記録密度12Gb/in<sup>2</sup>の条件で再生信号の判定誤り率(E.R.)と記録磁化の時間変化率を測定した。ここで、再生波形の信号処理方式には1/7変換とEPRML方式を採用した。12Gb/in<sup>2</sup>の線記録密度とトラック密度の組み合わせは400kBP I × 30kTPIであり、最高線記録密度は300kFC Iである。E.R.は再生の磁気ヘッドが記録トラック直上を通った場合の値として求めた。記録磁化の時間変化率は300kFC Iの信号を記録した直後に再生したときの出力に比べ、30時間後に再生したときの再生出力

の減少率を測定することによって行った。この磁気記録媒体の場合、 $E.R. = 1 \times 10^{-9}$ 、再生信号の減少率 = 1.6%であり、 $12 \text{ Gb/in}^2$ の面記録密度を実現するための磁気記録媒体として必要な条件を満たしていることが分かった。

#### 【0042】

【発明の効果】本発明によれば、数 $\text{Gb/in}^2$ 以上の記録密度を実現するために必要な磁気記録媒体を提供できるので、磁気ディスク装置の高密度化を実現でき、装置の小型化や大容量化が容易になる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による磁気記録媒体の一例の断面模式図。

【図2】本発明による磁気記録媒体の他の例の断面模式図。

【図3】本発明による磁気記録媒体の他の例の断面模式図。

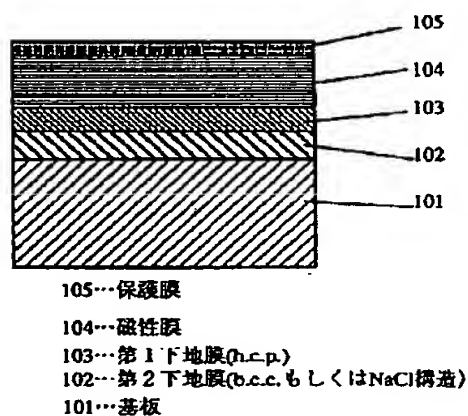
\*

\*【図4】本発明による磁気記録媒体の他の例の断面模式図。

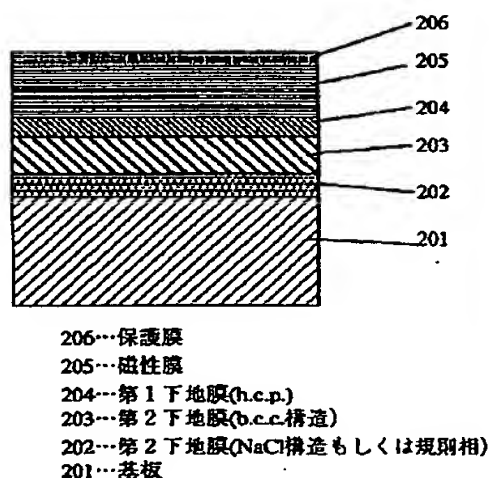
#### 【符号の説明】

101…基板、102…第2下地膜(bccもしくはNaCl構造)、103…第1下地膜(hcp)、104…磁性膜、105…保護膜、201…基板、202…第2下地膜(NaCl構造もしくは規則相)、203…第2下地膜(bcc構造)、204…第1下地膜(hcp)、205…磁性膜、206…保護膜、301…基板、302…第2下地膜(NaCl構造)、303…第2下地膜(bcc構造)、304…第1下地膜(hcp)、305…第1下地膜(hcp)、306…磁性膜、307…保護膜、401…基板、402…第2下地膜(NaCl構造)、403…第2下地膜(bcc構造)、404…第1下地膜(hcp)、405…磁性膜、406…保護膜

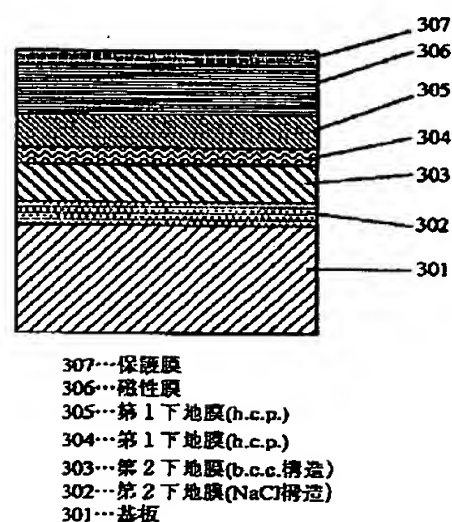
【図1】



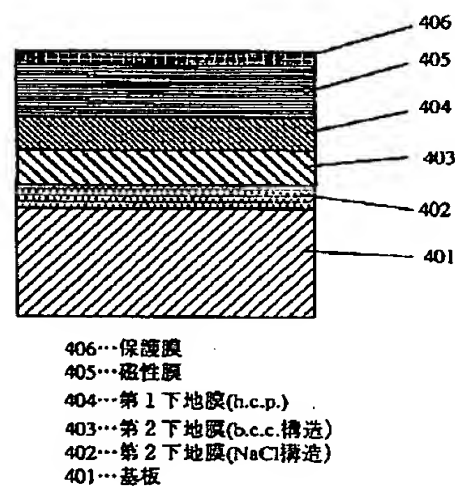
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 伊藤 研也  
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 本多 幸雄  
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内